

DERWENT-ACC-NO: 1993-002112  
DERWENT-WEEK: 199301  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Coated metal wire, esp. electroerosion electrode  
wire - made by alloy  
electroplating and single stage wire drawing

INVENTOR: BRIFFORD, J; BRIFFOD, J

PATENT-ASSIGNEE: CHARMILLES TECHNOLOGIES SA[CHARN]

PRIORITY-DATA: 1991CH-0002008 (July 3, 1991)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
EP 521569 A1	January 7, 1993	F
006	B23H 007/08	
CH 685379 A5	June 30, 1995	N/A
000	B23H 007/08	

DESIGNATED-STATES: DE FR IT NL

CITED-DOCUMENTS: JP59129629; JP60039030 ; JP62148121

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
EP 521569A1	N/A	1992EP-0201937
June 30, 1992		
CH 685379A5	N/A	1991CH-0002008
July 3, 1991		

INT-CL (IPC): B23H007/08; C25D007/06

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 521569A

BASIC-ABSTRACT: In a metal wire (A) comprising an  
electrically conductive metal  
core electroplated with a single layer of alloy contg. a  
metal of low melting  
and vapourisation temp. the alloy layer is sufficiently  
ductile to a flow wire  
dia. redn. to one-third to one-tenth of its initial dia. in

a single cold wire  
drawing operation.

(B) is an electro-erosion electrode wire of structure as in  
(A), the contents  
of the metal components of the alloy remain constant  
throughout the layer  
thickness.

Mfr. of the electrode wire (B) involves (a) applying an  
alloy layer, contg. a  
low melting and vapourisation temp. metal, onto a highly  
electrically  
conductive metal core form a single electroplating bath;  
and (b) reducing the  
wire dia. to one-third to one-tenth of the initial dia. in  
a single cold wire  
drawing operation.

The core pref. has a uniform compsn. and consists of Cu,  
brass, steel or  
Cu-coated steel. The alloy layer pref. consists of an  
alloy of nickel and zinc  
or other low melting and vapourisation temp. metal. A cold  
deposited  
nickel-layer may be applied to the core prior to electrode  
position of the  
alloy layer.

ADVANTAGE - The electrode wire has at least the same  
advantages as prior art  
electrode wires (i.e. good breaking resistance during high  
speed machining, and  
freedom from short circuits and copper re-deposition when  
the core or coating  
consists of copper) but can be mfd. by a simpler, more  
rapid and more  
reproducible method allowing better control of the mfg.  
stages.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

TITLE-TERMS:

COATING METAL WIRE ELECTROEROSION ELECTRODE WIRE MADE ALLOY  
ELECTROPLATING  
SINGLE STAGE WIRE DRAW

DERWENT-CLASS: M11 P54

CPI-CODES: M11-A; M11-A02; M11-B09; M21-B01A;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1993-000853

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1993-001487

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 521 569 A1**

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **92201937.7**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **B23H 7/08**

(22) Date de dépôt: **30.06.92**

(30) Priorité: **03.07.91 CH 2008/91**

(43) Date de publication de la demande:  
**07.01.93 Bulletin 93/01**

(84) Etats contractants désignés:  
**DE FR IT NL**

(71) Demandeur: **CHARMILLES TECHNOLOGIES S.A.**  
**8-10, rue du Pré-de-la-Fontaine Zone Industrielle de Satigny**  
**CH-1217 Meyrin 1(CH)**

(72) Inventeur: **Briffod, Jean-Paul**  
**Les Carelines chez Degradaz**  
**F-74380 Lucinges(FR)**

(74) Mandataire: **Hugelin, Christiane**  
**c/o CHARMILLES TECHNOLOGIES SA Case postale 373**  
**CH-1217 Meyrin 1(CH)**

### (54) Fil électrode pour le découpage par électroérosion.

(57) Electrode-fil pour le découpage par électroérosion, comportant une âme métallique bonne conductrice de l'électricité, revêtue d'une seule couche d'alliage constituée par le codépôt électrolytique d'au moins deux métaux dont l'un est un métal à bas point de fusion et de vaporisation, comme le zinc. Cette couche d'alliage électrolytique est assez ductile pour que le diamètre d'un fil de 1mm environ revêtu de cette couche, puisse être réduit dans une proportion qui va du 1/3 au 1/10ème de son diamètre initial, en une seule opération de tréfilage à froid. Sa ductilité doit de préférence être très proche de celle de l'âme métallique. Il peut être avantageux que le métal à bas point de fusion et de vaporisation et les autres métaux de l'alliage ne diffusent pas à chaud les uns dans les autres, comme un alliage de zinc et de nickel par exemple, et que les teneurs des métaux de l'alliage restent constantes sur toute l'épaisseur de cette couche. Selon certaines variantes, l'âme métallique présente une composition uniforme du centre du fil à la couche d'alliage.

Ils sont fabriqués à froid, en deux étapes :

- on applique cette couche d'alliage électrolytique à partir d'un seul bain d'électrodéposition, puis
- - on réduit, en une seule opération de tréfila-

ge à froid, le diamètre du fil dans une proportion qui va du 1/3 au 1/10ème de son diamètre initial.

La composition du bain galvanique et les paramètres électrochimiques et électriques de l'étape d'électrodéposition sont choisis de manière à assurer une composition uniforme à la couche d'alliage électrolytique.

EP 0 521 569 A1

La présente invention a pour objet la composition et la fabrication d'une électrode-fil pour le découpage par électroérosion (découpage EDM).

Rappelons que le découpage EDM est réalisé avec un fil-électrode défilant en continu à travers une pièce électriquement conductrice à usiner, depuis une station d'alimentation jusqu'à un réceptacle de fil usé. On dispose habituellement sur le trajet de ce fil, de part et d'autre de la pièce, deux guides qui vont le positionner avec précision relativement à celle-ci. On appellera par la suite "zone d'usinage" l'espace compris entre ces deux guides. La machine d'électroérosion comporte aussi un générateur de courant qui fait passer une succession d'impulsions électriques entre le fil-électrode et la pièce, le long de cette zone d'usinage, pour enlever par électroérosion de la matière sur la pièce. Cette zone est balayée par un liquide d'usinage, par exemple de l'eau ou une solution aqueuse. Au fur et à mesure de l'enlèvement de matière, la pièce est déplacée dans un plan perpendiculaire ou oblique par rapport à l'axe du fil-électrode, selon un trajet prédéterminé; ce mouvement relatif est commandé numériquement de façon à engendrer dans la pièce une découpe de profil prédéterminé.

On sait que le rendement et la vitesse d'usinage obtenus lors d'une découpe EDM avec un fil-électrode dépendent de la densité de courant que peut conduire ce fil, et de sa résistance à la rupture lorsqu'il est soumis simultanément à une traction et à un échauffement. En effet, une découpe précise ne peut être obtenue que si le fil est bien tendu entre les deux guides disposés de part et d'autre de la pièce à usiner. Il suffit alors de connaître la largeur de la fente découpée par le fil et de repérer la position de ces guides pour connaître avec précision celle du fil et des bords de cette fente. De plus, en augmentant la traction du fil on diminue sa vibration ainsi que les défauts dans les angles, ces derniers étant principalement dus à la flèche du fil. Ce dernier doit donc résister à une traction relativement importante (qui peut atteindre par exemple 6 kilos; elle est en général réglée entre 1 et 4 kilos) tout en étant soumis à l'échauffement dû aux étincelles et à l'effet Joule. Comme les métaux bons conducteurs de l'électricité sont en général peu résistants mécaniquement, ceci explique la difficulté à fabriquer des fils-électrodes appropriés à l'usinage à grande vitesse.

Comme décrit dans les brevets CH 620.621 et CH 620.622, la demanderesse a obtenu un fil amélioré en protégeant l'âme du fil, (composée de cuivre ou d'une âme en acier revêtue de métal bon conducteur comme le cuivre), par un dépôt de métal à bas point de fusion et de vaporisation, en particulier de zinc. Lorsqu'une décharge s'amorce sur un court-circuit, des ponts métalliques se for-

ment entre les électrodes, dans la zone d'usinage. Ce dépôt métallique a l'avantage de transformer ces décharges en décharges érosives car ces ponts métalliques fondent très facilement sous l'effet thermique du courant de court-circuit. Lors d'un contact accidentel entre les électrodes, un court-circuit se transforme en décharge érosive en un temps très court par rapport à la durée de l'impulsion qui est elle-même de l'ordre de quelques microsecondes.

Sur les premières machines à fil, ce dépôt était réalisé en faisant passer un fil de cuivre ou d'acier dans une station de galvanoplastie, de manière à obtenir une couche externe épaisse de 1 à 25  $\mu\text{m}$ , contenant au moins 50% de zinc. Un excellent compromis entre une bonne conductibilité et une forte résistance mécanique consistait à déposer successivement sur un fil d'acier une couche de cuivre, puis une couche de zinc.

Par la suite, les propriétés de ce fil galvanisé ont été encore améliorées par les fournisseurs de fil grâce à un traitement thermique.

Comme expliqué dans CH 633 739, dans le cas d'une couche de zinc déposée sur une couche ou une âme de cuivre, ce traitement thermique provoque une diffusion des atomes de zinc dans la couche de cuivre et vice versa, de sorte que le zinc pur disparaît et qu'il se forme à la surface du fil une couche d'alliage Cu-Zn, c'est-à-dire de laiton contenant en général entre 40 et 50% de zinc. Ce phénomène est appelé par la suite "interdiffusion". En chauffant le fil à l'air libre, il se forme un film d'oxyde de zinc (voir CH 634 245). Il est préconisé dans ce CH 633 739 de réaliser une surface active stratifiée, comprenant plusieurs couches de laiton séparées par un film d'oxyde de zinc; la durée de vie de la surface active est prolongée grâce à cette superposition de films d'oxyde. On procède par plusieurs dépôts de zinc, le fil étant recuit (à 600 °C, par exemple, pendant quelques secondes) entre chaque dépôt. Ceci permet d'accroître la vitesse d'usinage: ainsi, pour un même diamètre de l'âme de cuivre, un même diamètre final du fil et une même épaisseur du revêtement, en procédant par exemple à 3 ou 4 dépôts et recuits on obtient un gain de vitesse qui peut dépasser 60%.

Les demandes japonaises publiées sous les numéros 60-104.616 et 61-76.215 proposent d'alterner des couches de zinc et de cuivre par exemple, puis soit de tréfiler en chauffant assez et avec une réduction d'au moins 85% en surface afin que la diffusion soit suffisante, soit de tréfiler et de recuire en plusieurs étapes afin d'opérer cette diffusion. On obtient ainsi un fil-électrode revêtu d'une superposition de couches de divers alliages cuivre-zinc.

La fabrication de ces fil-électrodes comporte

donc de nombreuses étapes.

Plus simplement, EP 381 595 et EP 415 501 proposent de ne pas opérer l'interdiffusion Zn-Cu lors de la fabrication du fil électrode avec un enrobage multicouches Zn-Cu, mais directement sur la machine EDM lors de l'utilisation du fil-électrode. En augmentant le nombre des couches tout en diminuant leur épaisseur, il est possible de réduire assez le temps nécessaire à la diffusion pour que celle-ci ait lieu dans la zone d'usinage. Ceci permet de supprimer les traitements thermiques destinés à cette diffusion lors de la fabrication du fil-électrode.

Toutefois, même si la fabrication des fils connus est rendue moins complexe par la suppression des traitements thermiques destinés à l'interdiffusion, elle présente encore certains inconvénients.

D'abord, après avoir été revêtu selon l'une des variantes indiquées, le fil doit être amené par des tréfilages successifs jusqu'au diamètre final désiré pour le fil-électrode. Suite à la différence de comportement et de ductilité du ou des couches de revêtement et de l'âme, plus le diamètre du fil de départ est grand par rapport au diamètre final, et plus le revêtement est épais, plus il faut prévoir de tréfilages successifs pour éviter l'écaillage de ce revêtement. Le risque de voir le revêtement s'écailler au tréfilage est d'autant plus grand que ce revêtement est réalisé par déposition électrolytique. En effet, il est bien connu que les revêtements métalliques obtenus par dépôt galvanique sont plus "tendus" (suite à des ponts hydrogènes et à d'autres facteurs) et donc moins ductiles que le métal ou l'alliage "normal". On recommande en général de partir d'un fil de cuivre, de laiton ou d'acier revêtu de cuivre, dont le diamètre ne dépasse pas 1mm et, si on ne dépasse pas plus de 10 à 15 µm pour l'épaisseur du revêtement, de le tréfiler une première fois jusqu'à 0,4mm par exemple, puis une seconde et même une troisième fois, selon le diamètre final qui s'échelonne de 0,10 à 0,30mm. On peut améliorer les propriétés mécaniques et diminuer le risque d'écaillage en recuisant le fil à 400-500 °C pour le détendre.

Un autre inconvénient, propre en particulier aux fils revêtus de zinc et de cuivre, est dû au manque d'homogénéité radiale de ces fils. En effet, après interdiffusion entre couches voisines, les alliages sont de plus en plus riches en zinc lorsqu'on va de l'âme à la surface. On obtient ainsi une succession de couches de propriétés variables le long du rayon du fil, puisque chaque phase du laiton présente des propriétés différentes. Il peut être avantageux d'avoir un revêtement composé de couches concentriques dont la composition varie en fonction du rayon (c'est-à-dire de la profondeur). Mais ce phénomène d'interdiffusion entre couches de zinc

et de cuivre voisines, est difficilement contrôlable, car la phase de l'alliage obtenu et donc sa structure cristalline et ses propriétés mécaniques dépendent en particulier de la température et de la durée de la diffusion et du pourcentage des métaux en présence. Il est donc difficile de prévoir les propriétés du fil et de les reproduire d'une fabrication à l'autre. De plus, les propriétés du fil changent au fur et à mesure que le revêtement est consommé lorsqu'il s'enfonce dans la fente d'usinage, puisque des alliages différents affleurent successivement à sa surface. Ce manque d'homogénéité radiale est d'autant plus sensible que la pièce à usiner est haute ou que le fil défile lentement.

Le but de la présente invention était d'obtenir un fil-électrode ayant au moins les mêmes avantages que les fils-électrodes connus: bonne résistance à la rupture en usinage à grande vitesse, élimination des courts-circuits et de la redéposition du cuivre (dans le cas d'une âme de cuivre ou revêtu de cuivre), mais pouvant de plus être fabriqué selon une méthode beaucoup moins complexe, c'est-à-dire plus rapide et plus reproductible car permettant un meilleur contrôle des étapes de fabrication.

Un autre objet de la présente invention était d'obtenir une couche active radialement homogène, dont la teneur en zinc (ou en autre métal à bas point de vaporisation) ne varie pas lorsqu'on va de l'âme vers la surface, et dont l'épaisseur n'est pas limitée par le risque d'écaillage au tréfilage.

Le troisième objet de la présente invention était une méthode de fabrication fiable et reproductible, permettant d'obtenir un fil électrode de qualité constante, aussi bien d'une fabrication à l'autre, que durant son passage le long de la pièce usinée malgré son usure progressive dans la zone d'usinage.

Ceci a été réalisé grâce aux fils et fils-électrodes constitués et fabriqués selon les revendications 1, 4 et 8.

Les fils-électrodes selon la présente invention peuvent donc être fabriqués en deux étapes seulement: une seule codéposition galvanique et un seul tréfilage. Toutefois, selon certaines variantes, les revêtements métalliques obtenus par dépôt galvanique étant plus "tendus" que le métal ou l'alliage "normal", on peut améliorer les propriétés mécaniques d'un fil-électrode selon la présente invention en le recuisant à 400-500 °C pour le détendre. On peut aussi prévoir une couche dite "barrière", décrite ci-dessous, afin d'empêcher la diffusion éventuelle du zinc ou autre métal à bas point de vaporisation dans l'âme.

Donc, selon la présente invention, contrairement à tout ce qui était préconisé dans l'état de la technique:

- les fils-électrodes selon la présente invention

sont aussi performants que les fils connus, même lorsqu'ils sont de faible diamètre (de l'ordre de 150-100  $\mu\text{m}$ , par exemple), bien qu'ils ne comportent plus d'enrobage multicouches composé d'un empilage de très fines couches (dont l'épaisseur est de l'ordre d'un  $\mu\text{m}$  et moins); on ne réalise pas de couches superposées de différents métaux en faisant passer le fil dans plusieurs bains galvaniques ou stations d'enduction, par déplacement chimique par exemple, de métaux différents. Au contraire, on mélange des sels de ces métaux dans un seul bain galvanique et on applique ces métaux en une seule couche;

- de façon surprenante, alors que les revêtements galvaniques étaient connus pour être peu ductiles et donc difficilement tréfilables, la demanderesse a obtenu par codépôt électrolytique de deux métaux, par exemple le zinc et le nickel, un revêtement de ductilité comparable à celle de l'âme du fil, en général de cuivre ou de laiton, bien que relativement épais (de l'ordre de 10 à 20  $\mu\text{m}$ ) puisque constitué par une seule couche. Le diamètre du fil ainsi revêtu peut être amené par un seul tréfilage à froid de 1 mm à 0,1 mm, par exemple;
- de plus, selon une variante particulièrement avantageuse, les fils-électrodes selon la présente invention sont aussi performants que les fils connus, même lorsqu'ils sont de faible diamètre (de l'ordre de 150-100  $\mu\text{m}$ , par exemple), bien qu'ils ne comportent plus d'enrobage dans lequel il y a eu ou il y aura au moment de l'usinage une interdiffusion de zinc avec un autre métal; le zinc n'est plus associé au cuivre mais à un métal, tel le nickel, avec lequel il n'interdiffuse pas.

De plus cette ductilité de la couche contenant du zinc permet de contrôler l'épaisseur de la couche active obtenue après tréfilage et d'avoir une couche régulière, donc un fil de meilleure qualité et une couche d'épaisseur reproductible, donc un fil de qualité constante.

Signalons que les fils-électrodes selon la présente invention peuvent conserver les propriétés magnétiques du nickel : pour autant qu'il y ait 20 à 30% de nickel et même moins, la couche d'alliage déposée par codéposition reste magnétique.

Rappelons que des fils-électrodes enrobés d'un alliage contenant à la fois du nickel et du zinc sont connus par le brevet CH 646 083 de la demanderesse. Ils avaient été développés dans le but de combiner l'avantage apporté par le zinc (un métal à basse température de vaporisation qui limite l'échauffement du revêtement lors des décharges, ce qui diminue le risque de rupture; on

peut ainsi augmenter le courant d'usinage) à celui apporté par un alliage à haute résistivité thermique tel que certains alliages Ni-Cu-Zn ; la conductivité thermique diminue, ce qui protège le noyau du fil et permet d'augmenter encore le courant d'usinage et donc la vitesse d'usinage. Toutefois, alors que la présente invention préfère une concentration uniforme, le brevet ci-dessus recommandait de réaliser un revêtement à profil de concentration variable en créant, par un recuit approprié, un revêtement Cu-Ni-Zn riche en Ni dans les couches profondes et riches en Zn dans les couches superficielles. Une telle modulation de la teneur des métaux du revêtement est en fait peu utile, comme le montre de façon surprenante la présente invention. De plus, ce brevet CH 646 083 recommande de n'utiliser l'alliage Ni-Zn qu'en surface, et son application par électrodéposition n'est recommandée que pour des couches minces.

Le nickel est aussi connu pour être utilisé en couche barrière empêchant l'interdiffusion entre le cuivre et le zinc. En effet, dans le cas de fils revêtus de zinc ou d'alliage de zinc et ayant un noyau de cuivre ou d'alliage de cuivre ou gainé de cuivre, il est connu que la conductivité électrique de l'âme est abaissée par la diffusion du zinc dans le cuivre, éventuellement provoquée par un traitement thermique effectué lors de la réalisation de l'enrobage. Le brevet US 2,918,722 aussi bien que la demande EP 381 595 préconisent de déposer une couche de nickel entre l'âme ou la couche contenant du cuivre et la couche contenant du zinc. Une telle couche est présente dans certains modes de réalisation des fils selon la présente invention.

## Revendications

1. Fil métallique stratifié, comportant une âme métallique bonne conductrice de l'électricité, revêtue d'une seule couche d'alliage constituée par le codépôt électrolytique d'au moins deux métaux dont l'un est un métal à bas point de fusion et de vaporisation, caractérisé par le fait que cette couche d'alliage électrolytique est assez ductile pour que le diamètre de ce fil puisse être réduit dans une proportion qui va du 1/3 au 1/10<sup>ème</sup> de son diamètre initial, en une seule opération de tréfilage à froid.
2. Fil selon la revendication 1, dans lequel le métal à bas point de fusion et de vaporisation et le ou les autres métaux de l'alliage ne peuvent diffuser à chaud les uns dans les autres.
3. Fil selon la revendication 1, dans lequel la couche d'alliage électrolytique présente une ductilité très proche de celle de l'âme métalli-

que.

4. Electrode-fil pour le découpage par électroérosion, comportant une âme métallique bonne conductrice de l'électricité, revêtue d'une seule couche d'alliage constituée par le codépôt électrolytique d'au moins deux métaux dont l'un est un métal à bas point de fusion et de vaporisation, dans laquelle les teneurs des métaux de l'alliage restent constantes sur toute l'épaisseur de cette couche. 5  
10
5. Electrode-fil selon la revendication 4, dans laquelle l'âme métallique présente une composition uniforme du centre du fil à la couche d'alliage. 15
6. Electrode-fil selon la revendication 4, dans laquelle la couche d'alliage électrolytique est composée de nickel et de zinc. 20
7. Electrode-fil selon la revendication 4, constituée par une âme de cuivre ou de laiton, d'acier ou d'acier gainé de cuivre, enrobée d'une seule couche d'alliage électrolytique composée de nickel et de zinc ou d'un autre métal à bas point de fusion et de vaporisation 25
8. Procédé de fabrication d'une électrode-fil selon la revendication 4, dans lequel 30
  - on applique à partir d'un seul bain d'électrodéposition, sur une âme métallique bonne conductrice de l'électricité, une couche d'un alliage constitué par au moins deux métaux dont l'un est un métal à bas point de fusion et de vaporisation, puis 35
  - on réduit, en une seule opération de tréfilage à froid, le diamètre de ce fil dans une proportion qui va du 1/3 au 1/10ème de son diamètre initial, aucune de ces deux étapes ne provoquant la diffusion de l'un des métaux de l'alliage au sein de cet alliage ou de l'âme métallique. 4045
9. Procédé selon la revendication 8, comportant une étape supplémentaire, constituée par le dépôt à froid d'une couche de nickel, avant de procéder à l'électrodéposition de la couche d'alliage. 50
10. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la composition du bain galvanique et les paramètres électrochimiques et électriques de l'étape d'électrodéposition sont choisis de manière à assurer une composition uniforme à la couche d'alliage électrolytique. 55





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 20 1937

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 258 (M-340)(1695) 27 Novembre 1984 & JP-A-59 129 629 ( SUMITOMO DENKI KOGYO K.K. ) 26 Juillet 1984 * abrégé *	1,4,7,8	B23H7/08
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 164 (M-395)(1887) 10 Juillet 1985 & JP-A-60 039 030 ( INOUE JAPAX KENKYUSHO K.K. ) 28 Février 1985 * abrégé *	1,4,8	
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 377 (M-649)(2824) 9 Décembre 1987 & JP-A-62 148 121 ( SUMITOMO ELECTRIC IND LTD ) 2 Juillet 1987 * abrégé *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B23H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12 OCTOBRE 1992	Examineur HERBRETEAU D.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons * : membre de la même famille, document correspondant			

EPF FORM 1500 (04/82) (P0402)

CLIPPEDIMAGE= JP362255015A

PAT-NO: JP362255015A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62255015 A

TITLE: ELECTRODE WIRE FOR WIRE ELECTRIC DISCHARGE AND  
METHOD FOR MANUFACTURING  
THEREOF

PUBN-DATE: November 6, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKAYAMA, TERUYUKI

TOMINAGA, HARUO

OGURA, YOSHIO

YAMAGUCHI, TETSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJIKURA LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP61097742

APPL-DATE: April 26, 1986

INT-CL (IPC): B23H007/08;C23C028/02 ;H01B005/02 ;H01B013/00

US-CL-CURRENT: 219/69.2

ABSTRACT:

PURPOSE: To aim at enhancing the strength of an electrode wire under high temperature, and the electric discharge capability thereof, by using a copper clad steel wire as a core, and by forming a copper-zinc alloy layer having a zinc concentration of 20~48wt%, on the outer periphery of the copper clad steel wire.

CONSTITUTION: An electrode wire has a core 11 which is coated thereon with copper having a cover ratio of 10~70%. Further, a

copper-zinc alloy layer 2 having a uniform thickness of  $1\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$  and a zinc concentration of  $24\sim 48\text{wt}\%$ , is formed on the outer peripheral surface of the core 11, and therefore, the electrode wire is formed having an overall diameter of about 0.2mm. This is manufacture as follows: The core 11 is dipped in a zinc chloride solution to be subjected to electro-zinc plating so that a zinc layer having a predetermined thickness is formed on the outer peripheral surface of the core 11. Further, then, the overall diameter of the core is reduced to about 0.2mm by a wire-drawing process, and is heated in an electric furnace so that the zinc-layer is turned into a copper-zinc alloy layer 12. Heating is made at about  $380^{\circ}\text{C}$  for  $1\sim 2\text{hr}$ , and therefore, the alloy layer 12 has a zinc concentration of  $20\sim 48\text{wt}\%$ . Accordingly, the core 11 increases the strength under high temperature, and the conductivity thereof, and the provision of the alloy layer 12 enhances the electrical discharge capability, thereby it is possible to prevent copper from being stuck on a workpiece.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-255015

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

B 23 H 7/08  
C 23 C 28/02  
H 01 B 5/02  
13/00

識別記号

HCA

庁内整理番号

8308-3C  
7141-4K  
A-7227-5E  
E-8222-5E

④ 公開 昭和62年(1987)11月6日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑬ 発明の名称 ワイヤ放電加工用電極線およびその製造方法

⑭ 特 願 昭61-97742

⑮ 出 願 昭61(1986)4月26日

⑯ 発 明 者 高 山 輝 之 東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内  
⑯ 発 明 者 富 永 晴 夫 東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内  
⑯ 発 明 者 小 椋 善 夫 東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内  
⑯ 発 明 者 山 口 哲 夫 東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内  
⑰ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号  
⑱ 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ワイヤ放電加工用電極線およびその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 鋼線に10~70%の被覆率で銅を被覆してなる銅被覆鋼線が芯材とされ、この銅被覆鋼線には厚さ1~15μmの銅-亜鉛合金層が設けられ、この銅-亜鉛合金層の亜鉛濃度が最高値で48重量%以下でかつ20~48重量%であることを特徴とするワイヤ放電加工用電極線。

(2) 鋼線に銅を被覆してなる銅被覆鋼線の外周面に亜鉛メッキ処理を施して亜鉛層を形成した後、不活性ガス雰囲気中で加熱処理することを特徴とするワイヤ放電加工用電極線の製造方法。

(3) 前記熱処理の前工程あるいは後工程として伸線加工を施すことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載のワイヤ放電加工用電極線の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、放電による溶融作用により、被加工物(加工対象物)を加工するワイヤ放電加工に用いられるワイヤ放電加工用電極線およびその製造方法に関するものである。

(従来の技術)

第2図は、一般的なワイヤ放電加工法の概略を説明するものである。この加工法は、被加工物1に予め開けたスタート穴2に電極線3を挿通し、この電極線3を挿通方向(第2図では矢印の方向)に走行させながら、電極線3とスタート穴2の内壁面との間で放電させ、かつ、被加工物1を挿通方向と直交する方向に移動させることにより、移動軌跡に沿って被加工物1を溶融させて所定の形状に加工する方法である。この図において、電極線3は例えば供給リール4から連続的に送り出され、被加工物1の両側のコロ5およびガイドダイス8, 8を通過して巻き取りリール6に巻き取られるとともに、この巻き取りリール6とコロ5との間に配されるテンションローラ7によって張力を調整されるようになっている。また、図示しない

が、放電加工部分には加工液が供されて、電極線3の冷却および加工屑の除去等を行うようになっている。

従来、このようなワイヤ放電加工に使用される電極線3としては、直径0.05~0.3mm程度の銅線、黄銅線（銅65%、亜鉛35%合金）亜鉛メッキ黄銅線、あるいは特殊用途としてタングステン線、モリブデン線等が用いられている。

また、銅被覆銅線上に亜鉛メッキを行い、さらに加熱処理を施し亜鉛濃度50%以上の銅-亜鉛合金層を設けたものも知られている。

（発明が解決しようとする問題点）

ところで、これらの電極線3は、放電加工中、約300℃の高温に熱せられ、電極素材自体に大きな熱的負担が加わる一方、安定放電を維持して加工精度、加工速度を上げるために行われるテンションローラ7の張力調整時の張力も加わることから高温強度（高温時における引張強度）が高いことが要求されている。しかしながら、銅線は電極線としての細線への伸線加工性は良いものの、

引張強度が小さく、使用中に断線して放電加工作業の効率を著しく低下させるおそれがある。また、黄銅線は、室温での引張強度が銅線の2倍程度の強さであるが、300℃前後の高温強度は銅よりわずかに高い程度であり、加工速度を上げようとすると、やはり断線する傾向がある。

さらに、亜鉛メッキ黄銅線の場合、亜鉛による放電安全性は、増加されるものの、亜鉛メッキ皮膜が存在する分だけ高温強度が低下し、加工速度を上げようとすると、やはり断線する傾向がある。また、タングステン線、モリブデン線は高温強度は高いが、伸線加工性が悪く、かつ消耗品として使用される電極線としては高価である等の問題点があった。さらに、亜鉛濃度50%以上の銅-亜鉛合金層を有する銅被覆銅線では、放電加工時において電極線がガイドダイス8、8を通過する際に擦れ、表面が軟質のために摩耗し、亜鉛粉が多量に発生し、これがガイドダイス8、8に沾って目詰りを起し、断線しやすくなる不都合があった。（問題点を解決するための手段）

本発明のワイヤ放電加工電極線は、従来のワイヤ電極線における前述の問題点を解決するためになされたもので、10~70%の被覆率で銅を被覆した銅被覆銅線の外周面に1~15μmの厚さにわたって、亜鉛濃度20~48重量%の銅-亜鉛合金層を設けたものである。

また、本発明のワイヤ放電加工用電極線の製造方法は、銅被覆銅線の外周面に、亜鉛メッキによって亜鉛層を形成した後、さらに不活性ガス雰囲気中で熱処理を施して銅被覆銅線と亜鉛層との間に、亜鉛濃度が20~48重量%の銅-亜鉛合金層を生成せしめる方法である。

前記ワイヤ放電加工用電極線（以下、ワイヤ電極線と言う。）において銅被覆銅線の銅の被覆率が10%未満であると、導電率が低くなるため、放電性能が低下して加工速度が上がりず、70%より大きいと高温強度が低くなるため、張力を上げた場合に断線しやすくなる。また、銅-亜鉛合金層が存在しないと放電性能が安定せず、また銅地が露出しているため放電性能、すなわち、加工

速度が著しく低下し、かつ被加工物への銅の付着が生ずる。

さらに、銅-亜鉛合金層の厚さが1μm未満であると、十分な放電性能が得られず、加工速度の増大効果が得られないかもしくは、被加工物（主として、鋼鉄材料の場合）の鉄分と電極線の銅分とが溶融反応を起こして、加工面に付着する傾向が大となり、加工精度が悪くなる。銅-亜鉛合金層の厚さが15μmより厚いと強度低下が生じて断線しやすくなり、また熱処理時間が長くなったため設備費が高くなるなど経済的に不利になる。

また、銅-亜鉛合金層の亜鉛濃度を最高値で48重量%以下としかつ20~48重量%とした理由は、48重量%を越えると、合金層が相対的に軟らかくなり、放電加工中に電極線がガイドダイスを通過するときの擦れにより摩耗し、亜鉛粉が多量に発生し、この亜鉛粉がガイドダイスに付着し目詰りを起し、断線事故が頻発する。また、20%未満ではガイドダイスの目詰りは生じないものの放電安定性が低下し、加工速度の増大効果が

少ない。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を説明すると、第1図に示すように、このワイヤ電極線は、銅被覆鋼線11が芯材とされ、その外周面に $1\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ の範囲のほぼ一定の厚さで亜鉛濃度が最高値で48重量%以下でかつ20～48重量%の銅-亜鉛合金層12が設けられ、全体の直径が約0.2mmに形成されたものである。前記銅被覆鋼線11は、いわゆる銅線あるいは鉄線、合金鋼線等の鋼線に10～70%の被覆率で銅を被覆してなるものである。ただし、被覆率とは、全体の断面積に対する銅部分の断面積の割合を意味している。

このようなワイヤ電極線の銅-亜鉛合金層12をエレクトロンプローブマイクロアナライザー(EPM A)で分析すると、例えば第2図に示すような亜鉛および銅濃度を有している。图中、実線が銅の、破線が亜鉛の濃度分布を示す。

このようなワイヤ電極線は例えば次のような方法で製造される。例えば、0.49mmの直径を有

する銅被覆鋼線を塩化亜鉛浴(1ℓ中に塩化亜鉛42g、塩化アンモニウム210gを含有する水溶液)中に浸漬し、電気亜鉛メッキ処理を施すことにより、銅被覆鋼線の外周面に所定の厚さの亜鉛層を形成する。次いで、これら亜鉛層で被覆された銅被覆鋼線に伸線加工を施して全体の直径が0.2mmとしたあと、電気炉内で窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気下で加熱し、亜鉛層を完全に銅-亜鉛合金層12に変化させる。銅-亜鉛合金層12の亜鉛濃度を目的とする20～48重量%とするための熱処理条件は、例えば電気炉では380℃で1～2時間程度の加熱で十分である。

なお、亜鉛メッキ処理後、上記熱処理を施し、ついで伸線加工を行う順序で製造してもよい。また亜鉛メッキ処理は、溶融亜鉛メッキでもよいことは勿論である。

このようにして形成されたワイヤ電極線は、銅被覆鋼線11を芯材としているため、優れた高温強度および導電率を備え、また銅-亜鉛合金層12の存在により優れた放電性能を発揮する。さら

に銅-亜鉛合金層12によって放電時における被加工物への銅の付着が防止される。

また、合金層12の亜鉛濃度が最高値で48重量%以下でかつ20～48重量%であるので、合金層12が十分な硬さを持ち、摩耗がわずかでガイドダイス8, 8ので、金属粉による目詰りが防止される。

次いで、実験例を示して、これらワイヤ電極線の作用効果を明確にする。

本実験例では、銅被覆鋼線11の銅の被覆率、銅-亜鉛合金層12の厚さおよびその亜鉛濃度を種々の値に設定した直径0.2mmのワイヤ電極と、同じく直径0.2mmの通常の銅線、黄銅線(銅65%、亜鉛35%)について、加工中における加工速度、断線の有無、ガイドダイスの目詰り発生の有無および経済性を評価する比較試験を行なった。

この比較試験の結果を第1表に示す。ただし、放電加工としては、厚さ20mmの被加工物(SKD-11)から30mm角の板材を切り取る加工を

行なった。このときの加工条件は次のとおりである。

印加電圧: 110V

パルス時間: ON→5μs

OFF→5μs

ピーク電流: 10A

コンデンサ容量: 0.8μF

加工液: 純水

電極線張力: 750gf

また、加工速度は、銅線の加工速度(0.8mm/分)を基準として、これを1としたときの比率で表わした。

第1表から明らかなように、ワイヤ放電加工用電極線のうち銅被覆率が10～70%、かつ、銅-亜鉛合金層の厚さが $1\sim 15\mu\text{m}$ 、亜鉛濃度20～48重量%という本発明の条件を満たすものは、銅線、黄銅線を含む他の電極線に比べて加工速度、断線の有無、ガイドダイスの目詰り発生の有無、経済性という点ですぐれていることがわかる。

なお、直径0.196mm、被覆率60%の銅被覆銅線を芯材とし、硫酸亜鉛浴（1ℓ中に硫酸0.14モル、硫酸亜鉛0.23モルを含有する水溶液）で電気亜鉛めっきを施して厚さ2μmの亜鉛層を形成し、しかる後に、窒素雰囲気中で加熱炉内で1時間加熱することによって得られた電極線と、500℃に加熱され不活性ガスが流された管状炉内を通過させる熱処理を行なうことによって得られたワイヤ電極線とについて、それぞれ前記比較試験と同様の試験を行ったところ、比較試験における本発明の条件を満たす電極線の試験結果と同様に優れた結果を得ることができた。

（発明の効果）

以上説明したように、本発明によれば次のような優れた効果を得ることができる。

- ③ 10～70%の被覆率で銅を被覆した銅被覆銅線を芯材としたので、高い導電性を維持しながら、かつ高温強度を高めることができる。
- ④ 導電率の良好な銅被覆銅線の外周面に、1～15μmの銅一亜鉛合金層を設けたので、放電性

能が向上し、かつ銅層の表面露出による被加工物への銅の付着が防止されて、加工速度の向上をはかることができる。

⑤ 銅一亜鉛合金層の亜鉛濃度を最高値で48重量%以下でかつ20～48%としたので、ガイドダイスの目づまりの発生が防止できる。

⑥ 素材的に作線加工性が良好でかつ安価に製造することができる。

⑦ 銅被覆銅線の外周面に亜鉛層を設け、これらを熱処理することにより、銅被覆銅線と亜鉛層との間に、銅一亜鉛合金層を設け、亜鉛層を完全に亜鉛濃度20～48重量%の銅一亜鉛合金層に変化させるようにしたので、厚さの均一な銅一亜鉛合金層が得られ、これによって放電性能の安定したワイヤ放電加工用電極線を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のワイヤ放電加工用電極線の実施例を示す横断面図、第2図はこの発明のワイヤ放電加工用電極線の銅一亜鉛合金層の銅、亜鉛の濃度分布を示すグラフ、第3図は一般的なワイヤ

放電加工法の概略を説明する概略斜視図である。

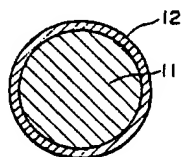
11…銅被覆銅線、12…銅一亜鉛合金層。

出願人 藤倉電線株式会社

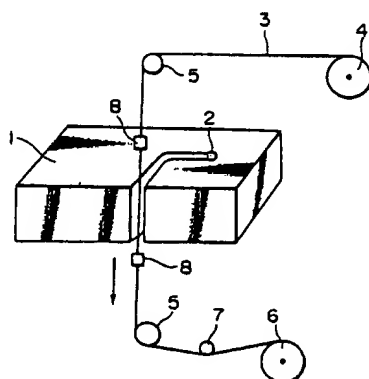
第1表

電極線の種類	銅被覆率(%)	合金層の厚さ(μm)	亜鉛濃度(%)	加工速度比率	断線の有無	ダイス目づまり発生有無	経済性
ワイヤ放電加工用電極線	5	5	41	1.1	×	○	○
	10	5	41	1.3	○	○	○
	30	5	41	1.6	○	○	○
	50	5	41	1.6	○	○	○
	70	5	41	1.6	○	○	△
	80	5	41	1.6	×	○	×
	30	0.5	42	1.1	×	○	○
	30	1.0	42	1.3	○	○	○
	30	5	42	1.6	○	○	○
	30	15	42	1.7	○	○	△
	30	20	42	1.7	○	○	×
	30	5	78	1.3	○	×	○
	30	5	55	1.5	○	×	○
	30	5	48	1.6	○	○	○
	30	5	30	1.5	○	○	○
	30	5	20	1.2	○	○	○
	30	5	15	1.1	×	○	○
銅線	—	—	—	1.0	×	○	○
黄銅線	—	—	(35)	1.2	×	○	○

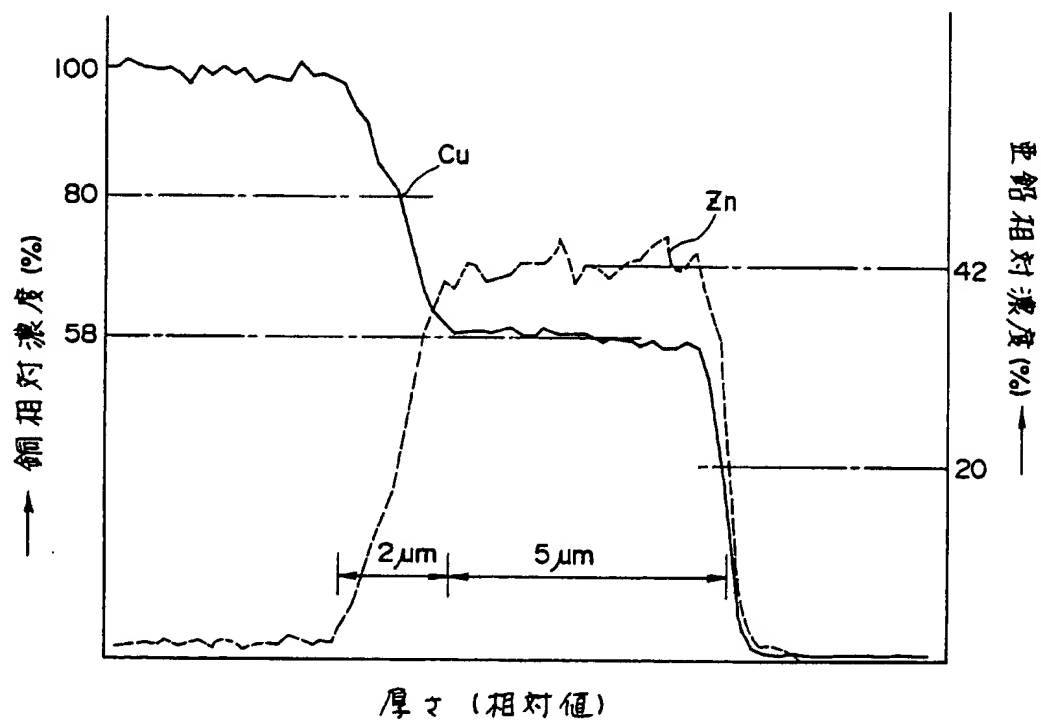
第 1 図



第 3 図



第 2 図





DERWENT-ACC-NO: 1986-166215  
DERWENT-WEEK: 198626  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Zinc plated fine wire prodn. - by zinc plating iron  
or steel core wire  
electroplating with copper, aluminium or nickel and drawing  
through die

PATENT-ASSIGNEE: SHINKO KOSEN KK[SHIA]

PRIORITY-DATA: 1984JP-0221854 (October 22, 1984)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
JP 61099514 A	May 17, 1986	N/A
005	N/A	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP61099514A	N/A	1984JP-0221854
October 22, 1984		

INT-CL (IPC): B21C001/00; B21F019/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP61099514A

BASIC-ABSTRACT: Core wire of steel or iron is Zn plated to  
large thickness,  
then electroplated with Cu, Al or Ni and drawn through a  
die.

USE/ADVANTAGE - Cu, Al or Ni is more difficult to convert  
to particles in  
contact to cone or block of drawing machine, than Zn. New  
wire material can be  
easily drawn and the extruded wire has good corrosion  
resistance and electrical  
discharge properties.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/2

TITLE-TERMS:

ZINC PLATE FINE WIRE PRODUCE ZINC PLATE IRON STEEL CORE

WIRE ELECTROPLATIN G  
COPPER ALUMINIUM NICKEL DRAW THROUGH DIE

DERWENT-CLASS: M11 M21 P51 P52

CPI-CODES: M11-B04;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1986-071314

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1986-123843

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-99514

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>B 21 C 1/00  
B 21 F 19/00

識別記号

庁内整理番号

6778-4E  
6577-4E

⑭ 公開 昭和61年(1986)5月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 亜鉛めつき細線の製造方法

⑯ 特 願 昭59-221854

⑰ 出 願 昭59(1984)10月22日

⑱ 発 明 者	藤 原	忠 義	尼崎市道意町7丁目2番地	神鋼鋼線工業株式会社内
⑱ 発 明 者	野 間	哲 郎	尼崎市道意町7丁目2番地	神鋼鋼線工業株式会社内
⑱ 発 明 者	岸	靖	尼崎市道意町7丁目2番地	神鋼鋼線工業株式会社内
⑲ 出 願 人	神鋼鋼線工業株式会社			尼崎市道意町7丁目2番地
⑲ 代 理 人	弁理士 小谷 悦司			外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

亜鉛めつき細線の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 鋼または鉄製芯線に亜鉛を厚めつきし、その上に銅、アルミニウムまたはニッケルのいずれか1種類の金属を電気めつきし、ついでダイスにより伸線加工することを特徴とする亜鉛めつき細線の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、伸線加工を容易に行うことができ、しかも防蝕効果が優れた亜鉛めつき細線の製造方法に関するものである。

(従来技術)

従来、概略直径0.5mm以下の亜鉛めつき細線の製造においては、亜鉛めつきは芯材が太い径の状態で施され、その後伸線して所定の太さの線材とされている。この理由は、亜鉛めつき後に伸線するようにすると、めっきの際の線材が短い状態

で行うことになってめっき時間が短縮され、生産コストも低減するためであり、また伸線により高強度化を図る際にもこの方法が有利なためである。さらに補足すれば、伸線後に亜鉛めつきを行うと、めっきの際の熱により伸線による高強度化の効果が減殺され、さらには品物によっては寸法精度、直交性等、線に付与されるべき特性が劣化するため、めっき後に伸線を行う方法が採用される。しかしながら、上記方法によると伸線の際にめっき層も延伸されて薄くなり、それだけ防蝕効果も低減することになる。例えば、JIS・G3532-4種の厚めつきを施した直径1mmのワイヤを直径0.4mmまで伸線加工すれば、めっき厚さは40%となり、防蝕効果は1/2以下となる。

従って、亜鉛めつき細線でもJIS・G3532あるいはJIS・G3537と同等か、それに近い防蝕効果を持たせるためには、伸線前に厚めつき、例えばJIS・G3537特A級を越える厚さのめっきをすることが必要となる。なお、上記特A級では、素線径が1mmで亜鉛めっきの膜厚

2.2  $\mu$ 、索線径1.6  $\phi$ 、2.2  $\phi$ 、2.3  $\phi$ でそれぞれ亜鉛めっきの膜厚25  $\mu$ 、28  $\mu$ 、31  $\mu$ に相当する規定がある。このような亜鉛の厚めっき線の伸線加工は、以下のように困難である。すなわち、鋼線に亜鉛を厚めっきして伸線加工すると、亜鉛は結晶構造上均一に変形しがたく、また軟質であるために伸線加工の過程でダイスに焼付きやすいという問題がある。また亜鉛はダイスとの摩擦係数が高く、しかも亜鉛そのものは軟質であるため、亜鉛めっき厚さが厚くなると、ダイスとの摩擦力による押し戻す力の作用によって亜鉛がダイス入口で屈れる現象、いわゆるバルジングが生じ、亜鉛の剥離または断線が発生する。このような理由で、亜鉛めっき線はとくにめっき厚さが厚くなるほど伸線加工が困難となり、とくに湿式タイプの潤滑剤では伸線加工が不可能となる。

細径線の伸線に用いられているスリップタイプの伸線機では引抜力を生じさせるコーンとワイヤとの間でのスリップが避けられず、亜鉛はこのスリップにより微粉が生成し、これがダイス入口に

滞積して潤滑不良が生じ、断線の原因となる。またノンスリップタイプの伸線機で乾式タイプの潤滑剤を用いると、ある程度の伸線は可能となるが、線径が細くなると潤滑剤のダイスへの引込みが悪くなり、ダイス寿命が極端に短くなる。またこの種の伸線機は価格が高く、この種の細径ワイヤ用の伸線に用いると伸線コストが高くなる。

亜鉛厚めっき線の伸線加工の難しさは、前述のように、亜鉛がダイスに焼付きやすいこと、ダイス入口で亜鉛とダイスとの間の摩擦係数が高いためバルジングが生成しやすいこと、および引抜力をワイヤに与えるコーンまたはブロックと接触する際に生じる微少な滑りによって亜鉛の微粉が生じやすいことに原因がある。これらの原因を現在の伸線技術、すなわち潤滑剤の選定、ダイスの材質および形状、あるいは各ダイスでの加工度(減面率)の見直し、また亜鉛被覆層に化学的または機械的に化成処理被覆または有機物被覆を潤滑被覆として形成すること等によって解決するのは困難である。

#### (発明の目的)

この発明はこのような技術的背景のもとになされたものであり、伸線加工を容易に行うことができ、しかも強度および防蝕効果が優れた亜鉛めっき鋼線の製造方法を提供するものである。

#### (発明の構成)

この発明は、鋼または鉄製芯線に亜鉛を厚めっきし、その上に銅、アルミニウムまたはニッケルのいずれか1種類の金属を電気めっきし、ついでダイスにより伸線加工するようにしたものである。ここに厚めっきとは、上記JIS・G3537特A級以上の厚さのめっきをいう。

#### (実施例)

銅、アルミニウムまたはニッケルと亜鉛とについてダイスとの間の摩擦係数を比較実験したところ、第1図に示すようになった。同図において、線1は亜鉛、線2はニッケル、線3は銅をそれぞれめっきした鋼線について、線4はアルミニウム線について、線径と摩擦係数との関係を示している。なお、いずれの線も減面率17%の伸線を行

い、ダイスには湿式潤滑剤を塗布し、めっき厚さは亜鉛では10  $\mu$ 、銅、ニッケルでは5  $\mu$ に設定した。

同図から明らかなように、摩擦係数は線径により変化するが、亜鉛より銅、アルミニウム、ニッケルの方が摩擦係数が小さいことがわかった。この点からも伸線を良好に行うためには亜鉛の表面に銅、アルミニウム、ニッケルのめっきを施すことが有効であることが裏付けられる。

また銅、アルミニウム、ニッケルは亜鉛に比べて伸線機のコーンまたはブロックとの接触部における微少滑りによる微粉末は生成されにくいことが湿式および乾式潤滑剤の両方において観察された。

#### 実施例-1

芯線としてSWRS82Aの直径0.9  $\phi$ のピアノ線を用い、これに亜鉛めっきした鋼線と、亜鉛めっき上に銅、またはニッケルをめっきした鋼線とについて伸線の難易性を伸線機のタイプおよび潤滑剤の種類別に比較したところ、第2図(A)

、(B)に示すようになった。なお、亜鉛めっき厚さは70 $\mu$ とし、伸線加工は最終線径が0.2mm(減面率95%)となるように行った。

第2図(A)はノンスリップタイプの伸線機を用いた場合の特性を示し、同図において線5は潤滑剤として湿式潤滑剤を用いた場合の特性を示し、亜鉛めっきのまま(銅のめっきなし)では伸線できず(減面率0%)、亜鉛めっき上に膜厚2 $\mu$ の銅めっきを施したものでは減面率90%、膜厚5 $\mu$ 以上では減面率95%で、外表面に傷のない良好な伸線加工が行われた。線6は潤滑剤として乾式潤滑剤を用いた場合の特性を示し、この場合は亜鉛めっきのままでは減面率85%、膜厚が2 $\mu$ 以上の銅めっきを施したものでは減面率95%で、外表面に傷のない良好な伸線加工が行われた。

第2図(B)はスリップタイプの伸線機を用いた場合の特性を示し、同図において線7は潤滑剤として湿式潤滑剤を用いた場合の特性を示し、亜鉛めっきのまま(銅のめっきなし)では伸線できず(減面率0%)、亜鉛めっき上に膜厚2 $\mu$ の銅

めっきを施したものでは減面率55%、銅めっきの膜厚5 $\mu$ 以上では減面率95%で、外表面に傷のない良好な伸線加工が行われた。線8は潤滑剤として乾式潤滑剤を用いた場合の特性を示し、この場合は亜鉛めっきのままでは減面率40%、膜厚が2 $\mu$ の銅めっきを施したものでは減面率80%、銅めっきの膜厚5 $\mu$ 以上では減面率95%で、外表面に傷のない良好な伸線加工が行われた。線9は亜鉛めっきの上にニッケルめっきを施し、また潤滑剤として湿式潤滑剤を用いた場合の特性を示し、亜鉛めっき上に膜厚1 $\mu$ のニッケルめっきを施したものでは減面率82%、ニッケルめっきの膜厚5 $\mu$ 以上では減面率95%で、外表面に傷のない良好な伸線加工が行われた。

以上の結果から、亜鉛めっき上に銅またはニッケルのめっきを施すことにより伸線加工が容易に行われることがわかる。これら金属のめっき厚さは伸線機の種類、潤滑剤の種類およびこれらの組合せ方によって異なるが、最大15 $\mu$ で充分であることがわかる。

#### 実施例-2

SWRS82A、直径0.9mmのピアノ線に膜厚70 $\mu$ の亜鉛めっきを施し、その上に膜厚5 $\mu$ の銅めっきを施し、ついでスリップタイプの伸線機で水溶性潤滑剤を使用して上記線材を直径0.2mmまで伸線した。線材長さ約430km伸線加工したが、断線は発生せずまた使用したダイスにも異常は発生しなかった。またこの線材を放電加工用ワイヤ電極として使用した結果、従来品と同等の特性があることがわかった。このことから、伸線加工後の線材にはめっきの皮膜が均一に延伸、形成されていることがわかる。

#### 実施例-3

上記実施例-2の亜鉛めっきピアノ線に膜厚2 $\mu$ および15 $\mu$ の銅めっきを施して直径0.2mmまで伸線を行った。膜厚が2 $\mu$ の場合には伸線加工の最終線径の近くでワイヤが亜鉛色を呈するようになり、伸線長さ200kmで1回、断線が発生した。また膜厚15 $\mu$ の場合には伸線加工には問題はないが、放電加工テストにおいて被切削物

にわずかの銅の付着が認められた。これより亜鉛めっき上の銅めっきの膜厚はワイヤ放電加工用ワイヤとしては5 $\mu$ 以上、15 $\mu$ 以下に設定することが望ましいといえる。

#### (発明の効果)

以上説明したように、この発明は銅または鉄製芯線に亜鉛を厚めっきし、その上に銅、アルミニウムまたはニッケルのいずれか1種類の金属を電気めっきし、ついでダイスにより伸線加工するようにしたものであり、伸線加工を容易に行うことができ、しかも防蝕効果、放電特性が優れた亜鉛めっき鋼線が得られるものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はめっき材料と線径および摩擦係数との関係特性図、第2図(A)、(B)はめっき材料の種類および膜厚と伸線加工による減面率との関係図である。

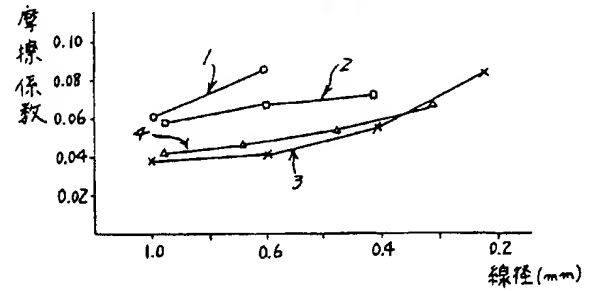
5、6…ノンスリップタイプ伸線機による銅めっき線の実験特性線、7、8…スリップタイプ伸線機による銅めっき線の実験特性線、9…スリップタイプ

伸線機によるニッケルめっき線の特性線。

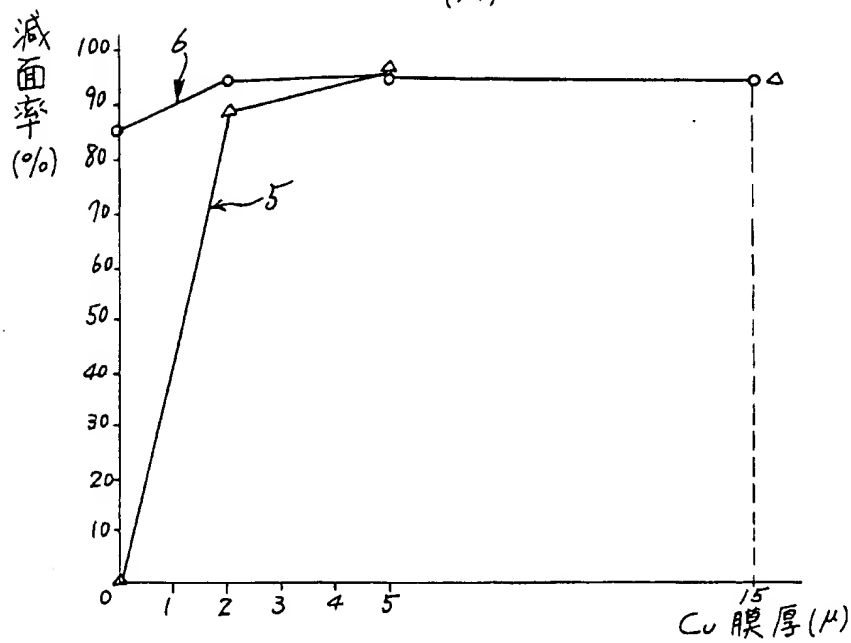
特許出願人 伸線鋼線工業株式会社  
代理人 弁理士 小谷悦司



第 1 図



第 2 図  
(A)



第 2 図  
(B)

